

Мельников А. Ю., Фивейский А. М.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

Шолохов М. А.

ООО «ШТОРМ», г. Екатеринбург

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСОВ НА РАЗМЕРЫ ШВА ПРИ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ

Исследовано влияние частоты импульсов на геометрические размеры шва при аргонодуговой сварке низколегированных и нержавеющей сталей. Описаны возможности применения импульсной сварки для регулирования размеров зоны проплавления за счет изменения частоты импульсов.

Ключевые слова: импульсная сварка, мощность дуги, частота импульсов, теплопроводность.

Импульсная сварка, обладая большими технологическими преимуществами, нашла широкое применение при соединении различных металлов [1; 2].

Существующие методики при определении параметров режима и размеров шва при импульсной сварке используют среднее значение мощности дуги, считая, что изменение частоты импульсов при постоянном значении средней мощности дуги не оказывает существенного влияния на изменение размеров шва [3; 4].

В данной работе проведено исследование влияния частоты импульсов (тем самым характера ввода тепла) на параметры шва.

В качестве изменяемых параметров (факторов) были взяты среднее значение сварочного тока и частота импульсов. Среднее значение тока составляло соответственно 75, 150 и 225 А. Частота импульсов изменялась в диапазоне от 4 до 2000 Гц. Средняя мощность дуги при изменении частоты тока оставалась постоянной.

Установка для проведения экспериментов состояла из специализированного сварочного аппарата для аргонодуговой сварки V50 AC/DC, механизма перемещения горелки NB-5H, регистратора параметров сварки AWR 725, который позволяет записывать несколько сигналов одновременно с частотой до 10 кГц, а также стола со специальными приспособлениями для фиксации образцов во время сварки.

В качестве образцов для экспериментальных исследований были взяты пластины из низколегированной стали 09Г2С по ГОСТ 19281-89 размерами 500х60х12 мм и пластины из нержавеющей стали 08Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72 размерами 300х100х10 мм. Проплавление пластин выполняли вольфрамовыми электродами марки ЭВЛ по ГОСТ 23949-80 с углом заточки 30 градусов с использованием защитного газа аргона первого сорта по ГОСТ 10157-79.

Анализ результатов на образцах из стали 08Х18Н10Т

Макрошлифы зоны проплавления на образцах из нержавеющей аустенитной стали 08Х18Н10Т при различной частоте тока показаны на рис. 1.

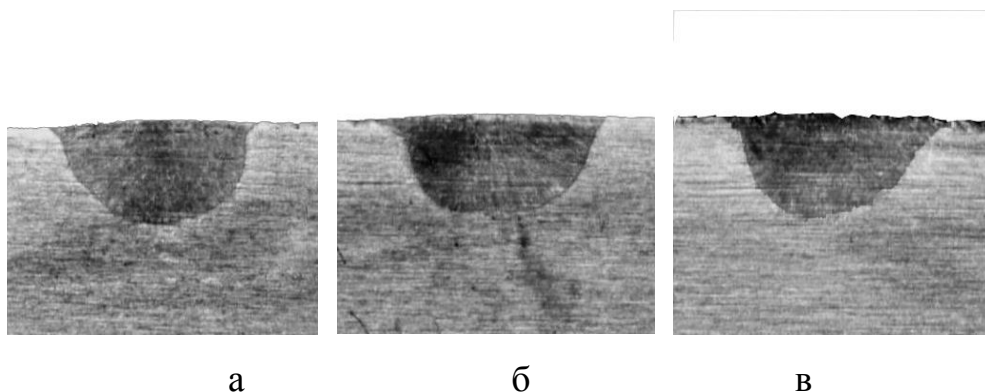


Рис. 1. Макрошлифы зон проплавления и внешний вид швов при $I_{\text{ср}} = 150 \text{ А}$:

а – $\nu = 4 \text{ Гц}$; б – $\nu = 1000 \text{ Гц}$; в – $\nu = 2000 \text{ Гц}$

Обработка и анализ макрошлифов образцов из нержавеющей стали 08Х18Н10Т показал, что влияние изменения частоты на размеры шва является незначительным. Наибольшее влияние частоты тока на геометрические размеры шва наблюдается при малом значении мощности дуги (средняя мощность дуги

690 Вт, среднее значение тока равно 75 А). При этом с увеличением частоты импульсов снижаются, как ширина и глубина зоны проплавления, так и ее площадь. Снижение ширины шва достигает 20 %, глубины проплавления – 13 %, а площади зоны проплавления – 25 %.

При больших значениях мощности дуги, а соответственно и сварочного тока (среднее значение тока 150 и 225 А, мощности 1710 и 2720 Вт соответственно) изменение параметров шва при увеличении частоты импульсов находится в пределах 10 процентов, что соответствует величине ошибки, возникающей при проведении эксперимента. Столь малое влияние частоты импульсов можно объяснить увеличением объема, а соответственно и инерционности сварочной ванны, к изменению мгновенной мощности дуги. Также на снижение скорости реакции сварочной ванны на изменение мощности нагрева (повышение инерции) влияют низкие значения теплопроводности (0,16 Вт/(см · °С) [5]) и высокие значения электрического сопротивления (0,72 (Ом · мм²)/м [5]) стали 08X18H10T в сравнении с низкоуглеродистыми сталями. Данные особенности стали 08X18H10T обуславливают высокую концентрацию тепла в металле соединения в относительно малом объеме. Все это приводит к снижению восприимчивости металла к быстрому изменению мощности дуги.

Анализ результатов на образцах из стали 09Г2С

Макрошлифы зоны проплавления на образцах из низколегированной стали 09Г2С при различной частоте тока показаны на рис. 2.

При анализе макрошлифов зоны проплавления на низколегированной стали 09Г2С можно отметить более сильное влияние частоты импульсов тока (характера ввода тепла) на геометрические размеры зоны проплавления в сравнении с результатами, полученными при использовании пластин из стали 08X18H10T.

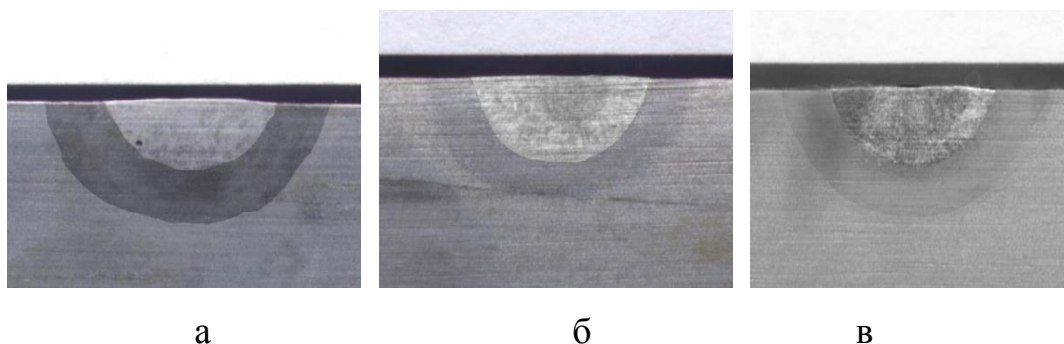


Рис. 2. Макрошлифы зон проплавления на стали 09Г2С при $I_{\text{ср}} = 150 \text{ А}$:

а – $\nu = 4 \text{ Гц}$; б – $\nu = 1000 \text{ Гц}$; в – 2000 Гц

Наименьшее влияние частота импульсов тока оказывает на ширину шва, изменение которой имеет разнонаправленный характер и достигает 25 %.

Глубина проплавления при увеличении частоты изменяется в больших пределах. При изменении частоты импульсов тока от 4 до 2000 Гц глубина зоны проплавления увеличивается на 47 % при среднем значении тока 225 А. Таким образом повышение частоты импульсов тока приводит к увеличению концентрации дуги и, следовательно, увеличению ее проплавляющей способности.

Площадь шва при увеличении частоты импульсов также возрастает (вплоть до 33 %), таким образом, появляется возможность без увеличения тепловложения в основной металла увеличить размеры зоны проплавления.

Выводы по работе

1. Проведенные исследования подтверждают, что частота импульсов тока (характер ввода тепла) при сварке с импульсным питанием дуг оказывает значительное влияние на параметры шва. Площадь шва может быть увеличена на 33 %. При этом отдельно можно изменять как глубину шва на 47 % и ширину шва на 25 %.

2. При сварке нержавеющей аустенитных сталей влияние частоты импульсов проявляется в значительно меньшей степени в сравнении со сваркой низколегированных сталей. Эта особенность обусловлена специфическими физическими свойствами нержавеющей сталей, а именно низкой

теплопроводностью и высоким электрическим сопротивлением, которые значительно повышают инерционность стали к быстрому изменению мощности дуги.

3. При расчетах геометрических параметров швов и режимов сварки необходимо учитывать влияние частоты импульсов тока, что значительно повысит точность таких расчетов. Таким образом, параметры импульсов тока должны стать основными параметрами режима при импульсной аргонодуговой сварке.

Литература

1. Вагнер Ф. А. Оборудование и способы сварки пульсирующей дугой. М.: Энергия, 1980. 120 с.
2. Жерносеков А. М., Андреев В. В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка. 2007. № 10. С. 48–52.
3. Becker D. W., Adams Jr. C. M. Investigation of Pulsed GTA welding parameters // Welding Journal. 1978. № 5. P. 134–138.
4. Bosworth M. R. Effective heat input in Pulsed Current Gas Metal Arc Welding with solid wire electrodes // Welding Journal. 1991. № 5. P. 111–117.
5. Королев Н. В. Расчеты тепловых процессов при сварке, наплавке и термической резке: учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1996. 156 с.